

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-158529

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl.

H01Q 5/01

H01Q 1/24

H01Q 1/38

(21)Application number : 2000-353129

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 20.11.2000

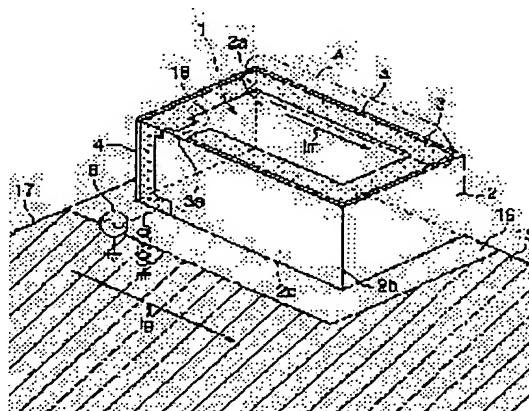
(72)Inventor : KAWABATA KAZUYA  
ONAKA KENGO

## (54) SURFACE-MOUNTED ANTENNA STRUCTURE AND COMMUNICATIONS EQUIPMENT PROVIDED WITH THE SAME

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To satisfy all the demands of band widening, miniaturizing and multi-banding.

SOLUTION: A radiation electrode 3 is loop-shaped, an opening terminal 3a of this radiation electrode 3 is arranged opposite to a power feeding terminal side electrode portion via a gap, and a capacitor is formed between the opening terminal 3a and the power feed terminal side electrode portion. Since the interval between the resonance frequency of a fundamental mode and the resonance frequencies of a higher-order mode can be controlled variably by varying this capacitor, without markedly changing the resonance frequency in the fundamental mode of the radiating electrode 3, it is easy to design the respective resonance frequencies of the fundamental mode and the higher-order mode, as demanded. Both the fundamental mode and the higher-order mode of the radiating electrode 3 can be utilized and multi-banding can be attained. Furthermore, an antenna 1 is mounted on a non-grounded area 16 of a mount board 15. Thus, both the widening of frequency band and miniaturizing of the antenna can be attained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-158529

(P2002-158529A)

(43) 公開日 平成14年5月31日 (2002.5.31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 Q 5/01		H 0 1 Q 5/01	5 J 0 4 6
1/24		1/24	Z 5 J 0 4 7
1/38		1/38	

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2000-353129 (P2000-353129)

(22) 出願日 平成12年11月20日 (2000. 11. 20)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 川端 一也

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72) 発明者 尾仲 健吾

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

Fターム (参考) 5J046 AA03 AA12 AB11 AB13 PA07

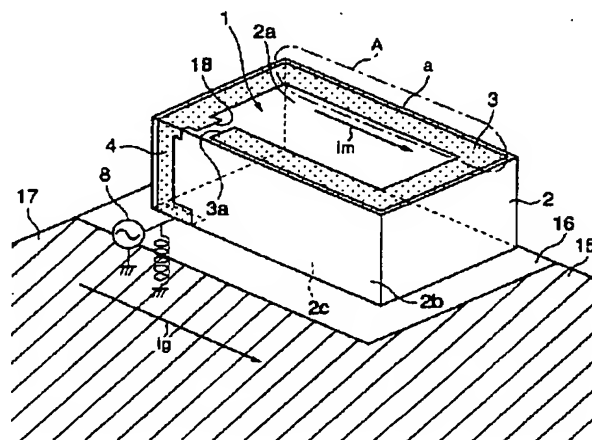
5J047 AA03 AA12 AB11 AB13 FD01

(54) 【発明の名称】 表面実装型アンテナ構造およびそれを備えた通信機

(57) 【要約】

【課題】 広帯域化と小型化とマルチバンド化の全ての要求を満たすことを可能にする。

【解決手段】 放射電極3をループ状に形成し、該放射電極3の開放端3aを給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置させて、その開放端3aと給電端部側電極部位間に容量を形成する。この容量の可変によって、放射電極3の基本モードの共振周波数を大きく変化させずに、基本モードの共振周波数と高次モードの共振周波数との間隔を可変制御することができるため、基本モードと高次モードの各共振周波数が要求の周波数となるように設計することが容易となる。放射電極3の基本モードと高次モードを共に利用することができてマルチバンド化が図れる。また、アンテナ1を実装基板15の非グラウンド領域16に実装する。これにより、周波数帯域の広帯域化と小型化を共に図ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体に放射電極と、該放射電極の一端側に信号を供給する給電電極とが形成されて成るアンテナが、実装基板に搭載されて構成されており、給電電極から供給される信号に応じて上記放射電極の基本モードのアンテナ動作と高次モードのアンテナ動作が可能と成し、互いに異なる複数の周波数帯域を持つ表面実装型アンテナ構造であって、上記放射電極はその一端側が上記給電電極に連通接続する給電端部と成し、他端側が開放端と成し、該放射電極は上記開放端と給電端部側電極部位間に、高次モードの共振周波数を制御するための容量が形成された外回りのループ状放射電極と成しており、また、上記実装基板には非グランド領域が形成されており、上記アンテナは上記実装基板の非グランド領域に実装されていることを特徴とした表面実装型アンテナ構造。

【請求項 2】 ループ状放射電極にはその電流分布大側領域にインダクタンスを付与するミアンダ電極部が介設されていることを特徴とした請求項 1 記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 3】 給電電極は基体の側面に形成され、ループ状放射電極は、上記給電電極から基体の上面に形成され、さらに、基体の上面から側面と実装底面と側面を順に通して上面に戻るループ経路をもって形成されて開放端と給電端部側電極部位間に容量を形成して配置されている形態と成していることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 4】 アンテナの基体には、ループ状放射電極を含む複数の放射電極がそれら各給電端部を共通の給電電極に連通接続させて設けられていることを特徴とした請求項 1 又は請求項 2 又は請求項 3 記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 5】 実装基板にはアンテナの給電電極に連通接続する給電用配線パターンが形成されると共に、共振周波数調整用のインダクタンス成分を持つサブ給電用配線パターンが上記給電用配線パターンから分岐して基体に向けて形成されており、アンテナの基体には、上記給電用配線パターンに給電電極を介して連通接続される放射電極が形成されると共に、上記サブ給電用配線パターンに連通接続される別の放射電極が形成されていることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 6】 アンテナの基体には、ループ状放射電極における高次モードの電界最強側領域とグランドとの間に容量を持たせるためのグランド電極が形成されていることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 5 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 7】 アンテナは半田により実装基板に実装される構成と成し、基体には上記半田を当該基体に接合させるための半田固定専用の電極が形成されていることを

特徴とした請求項 1 乃至請求項 6 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 8】 実装基板にはアンテナの給電電極に連通接続する給電用配線パターンが形成されており、この給電用配線パターンにインダクタンスを付与するインダクタ部が設けられていることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 9】 アンテナの基体は直方体状と成し、ループ状放射電極を含む複数の放射電極が上記基体の表面に形成される構成と成し、上記複数の放射電極はそれぞれ互いに基体の形成面を異にして設けられていることを特徴とした請求項 1 乃至請求項 8 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ構造。

【請求項 10】 請求項 1 乃至請求項 9 の何れか 1 つに記載の表面実装型アンテナ構造を備え、該表面実装型アンテナ構造の実装基板は通信機の回路基板によって構成されており、アンテナは上記回路基板の角領域に、放射電極を流れる電流と回路基板のグランド領域に流れる電流とが強め合い指向性を持つ条件を満たして配設されていることを特徴とした通信機。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、異なる複数の周波数帯域を持つ表面実装型アンテナ構造およびそれを備えた通信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 15 には表面実装型のアンテナの一例が模式的な斜視図により示されている。この表面実装型のアンテナ 1 は、基体 2 と、この基体 2 の表面に形成される放射電極 3 と給電電極 4 と第 1 のグランド電極 5 と第 2 のグランド電極 6 とを有して構成されている。

【0003】図 15 に示されるように、基体 2 には給電電極 4 が底面 2c から側面 2b を介し上面 2a に形成されると共に、第 1 と第 2 の各グランド電極 5、6 がそれぞれ、上記給電電極 4 を挟み込むように、上記給電電極 4 と同様に、底面 2c から側面 2b を介し上面 2a に形成されている。さらに、上記基体 2 の上面 2a には、放射電極 3 が、その一端側を上記第 1 のグランド電極 5 に連通接続させ、他端側の開放端 3a を上記第 2 のグランド電極 6 に間隔を介して対向配置させる略コ字形状に形成されている。

【0004】上記図 15 に示すアンテナ 1 は、基体 2 の底面 2c を実装面として、例えば携帯型電話機等の通信機の回路基板の非グランド領域（つまり、グランド電極が形成されていない領域）に搭載される。上記回路基板には、上記給電電極 4 に信号を供給するための信号供給源 8 が設けられている。また、該回路基板には、上記アンテナ 1 が設定の実装領域に実装された際に、上記第 1 と第 2 の各グランド電極 5、6 をそれぞれグランドに接地させるためのグランド接続手段と、給電電極 4 を上記

信号供給源 8 に信号接続させるための接続手段とが形成されている。

【0005】このため、上記アンテナ 1 を回路基板における設定の実装領域に実装することによって、上記第 1 と第 2 の各グラウンド電極 5、6 はそれぞれ上記グラウンド接続手段によりグラウンドに接地され、また、上記給電電極 4 は上記信号供給源 8 に接続される構成と成している。

【0006】例えば、上記信号供給源 8 から給電電極 4 に信号が供給されると、その信号は容量結合によって給電電極 4 から上記放射電極 3 に伝達され、その信号供給に起因して上記放射電極 3 がアンテナ動作を行う。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記図 15 に示すアンテナ 1 は上記の如く実装基板（回路基板）の非グラウンド領域に実装されるために、周波数帯域の広帯域化および小型化が容易であるという利点や、整合回路が不要であるので実装基板に整合回路を形成しなくて済むという利点を持つものである。しかしながら、近年、1つの端末で、GSM (Global System for Mobile communication systems) と DCS (Digital Cellular system)、PDC (Personal Digital Cellular telecommunication system) と PHS (Personal Handyphone System) 等のように、複数のアプリケーションに対応が可能なマルチバンド対応のアンテナが市場的に要求されているが、上記図 15 に示すアンテナ 1 の構成では、実用的には 1つの周波数帯域の電波の送信あるいは受信しか行うことができず、上記マルチバンド化の要求に応えることができないという問題がある。

【0008】それというのは、上記放射電極 3 は互いに異なる複数の共振周波数を持つが、それら複数の共振周波数のうち、最低の共振周波数（基本の共振周波数）と、それよりも高い高次の共振周波数とをそれぞれ独立的に可変制御することができない。このため、上記基本の共振周波数と高次の共振周波数とが両方共に、要求の周波数となるように設計することが非常に困難である。

【0009】このことから、図 15 に示すアンテナ 1 では、例えば、上記放射電極 3 における基本の共振周波数を持つ共振モード（この明細書では、これを基本モードという）は利用するが、上記高次の共振周波数を持つ共振モード（この明細書では、これを高次モードという）は使用しない構成にせざるを得ず、これにより、上記の如く、実用的には 1つの周波数帯域の電波の送信あるいは受信を行うことしかできず、上記マルチバンド化の要求に応えることができない。

【0010】ところで、上記図 15 に示す構成とは異なる図 16 に示すような表面実装型のアンテナ 1 も提案されている。この図 16 に示すアンテナ 1 では、基体 2 に、複数の放射電極 3（3A、3B）がそれら各一端側を共通の給電電極 4 に連通接続させて設けられており、

上記複数の放射電極 3 によって、互いに異なる複数の周波数帯域での電波の送信あるいは受信を可能にしている。この図 16 に示すアンテナ 1 は、例えば通信機の回路基板 10 のグラウンド電極 11 上に、実装される。

【0011】このように、図 16 に示すアンテナ 1 は、グラウンド電極 11 上に実装されるために、このグラウンド電極 11 と上記放射電極 3（3A、3B）との間に大きな容量が生じ、この容量に起因して周波数帯域幅が狭くなるという問題がある。この問題を回避するためには、基体 2 を厚くして上記放射電極 3 とグラウンド間の容量を小さくしなければならず、アンテナ 1 が大型化してしまうという問題がある。このように、この図 16 に示すアンテナ 1 では、広帯域化と小型化を共に達成することが困難である。

【0012】上記以外にも、様々な形態の表面実装型のアンテナが提案されているが、何れの提案のアンテナにおいても、周波数帯域の広帯域化と、アンテナの小型化と、マルチバンド化との要求を全て満足いくように満たすことができない。

【0013】本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、周波数帯域の広帯域化と、アンテナの小型化と、マルチバンド化との全ての要求を容易に満たすことが可能な表面実装型アンテナ構造およびそれを備えた通信機を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第 1 の発明は、基体に放射電極と、該放射電極の一端側に信号を供給する給電電極とが形成されて成るアンテナが、実装基板に搭載されて構成されており、給電電極から供給される信号に応じて上記放射電極の基本モードのアンテナ動作と高次モードのアンテナ動作が可能と成し、互いに異なる複数の周波数帯域を持つ表面実装型アンテナ構造であって、上記放射電極はその一端側が上記給電電極に連通接続する給電端部と成し、他端側が開放端と成し、該放射電極は上記開放端と給電端部側電極部位間に、高次モードの共振周波数を制御するための容量が形成された外回りのループ状放射電極と成しており、また、上記実装基板には非グラウンド領域が形成されており、上記アンテナは上記実装基板の非グラウンド領域に実装されている構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0015】第 2 の発明は、上記第 1 の発明の構成を備え、ループ状放射電極にはその電流分布大側領域にインダクタンスを付与するミアンダ電極部が介設されていることを特徴として構成されている。

【0016】第 3 の発明は、上記第 1 又は第 2 の発明の構成を備え、給電電極は基体の側面に形成され、ループ状放射電極は、上記給電電極から基体の上面に形成され、さらに、基体の上面から側面と実装底面と側面を順

に通して上面に戻るループ経路でもって形成されて開放端と給電端部側電極部位間に容量を形成して配置されている形態と成していることを特徴として構成されている。

【0017】第4の発明は、上記第1又は第2又は第3の発明の構成を備え、アンテナの基体には、ループ状放射電極を含む複数の放射電極がそれら各給電端部を共通の給電電極に連通接続させて設けられていることを特徴として構成されている。

【0018】第5の発明は、上記第1～第4の発明の何れか1つの発明の構成を備え、実装基板にはアンテナの給電電極に連通接続する給電用配線パターンが形成されると共に、共振周波数調整用のインダクタンスを持つサブ給電用配線パターンが上記給電用配線パターンから分岐して基体に向けて形成されており、アンテナの基体には、上記給電用配線パターンに給電電極を介して連通接続される放射電極が形成されると共に、上記サブ給電用配線パターンに連通接続される別の放射電極が形成されていることを特徴として構成されている。

【0019】第6の発明は、上記第1～第5の発明の何れか1つの発明の構成を備え、アンテナの基体には、ループ状放射電極における高次モードの電界最強側領域とグランドとの間に容量を持たせるためのグランド電極が形成されていることを特徴として構成されている。

【0020】第7の発明は、上記第1～第6の発明の何れか1つの発明の構成を備え、アンテナは半田により実装基板に実装される構成と成し、基体には上記半田を当該基体に接合させるための半田固定専用の電極が形成されていることを特徴として構成されている。

【0021】第8の発明は、上記第1～第7の発明の何れか1つの発明の構成を備え、実装基板にはアンテナの給電電極に連通接続する給電用配線パターンが形成されており、この給電用配線パターンにインダクタンスを付与するインダクタ部が設けられていることを特徴として構成されている。

【0022】第9の発明は、上記第1～第8の発明の何れか1つの発明の構成を備え、アンテナの基体は直方体状と成し、ループ状放射電極を含む複数の放射電極が上記基体の表面に形成される構成と成し、上記複数の放射電極はそれぞれ互いに基体の形成面を異にして設けられていることを特徴として構成されている。

【0023】第10の発明の通信機は、上記第1～第9の発明の何れか1つの発明の表面実装型アンテナ構造を備え、該表面実装型アンテナ構造の実装基板は通信機の回路基板によって構成されており、アンテナは上記回路基板の角領域に、放射電極を流れる電流と回路基板のグランド領域に流れる電流とが強め合い指向性を持つ条件を満たして配設されていることを特徴として構成されている。

【0024】上記構成の発明において、アンテナは実装

基板の非グランド領域に実装され、このアンテナの放射電極は、その開放端が給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置されるループ状放射電極と成している。上記のように、この発明では、アンテナは実装基板の非グランド領域に実装されるために、周波数帯域の広帯域化、および、アンテナの小型化が容易となる。

【0025】また、上記のように、上記ループ状放射電極の開放端はその放射電極の給電端部側電極部位（つまり、基本モードの電流分布が最も多い領域）に間隔を介して対向配置されるもので、上記開放端と給電端部側電極部位との間に大きな容量を持つ。この容量を可変することによって、ループ状放射電極の基本モードの共振周波数を大きく変化させることなく、この基本モードの共振周波数と高次モードの共振周波数との間隔を可変制御することができる。

【0026】これにより、上記基本モードと高次モードの各共振周波数が共に要求の周波数となるように設計することが容易となり、ループ状放射電極の基本モードと高次モードを両方共に利用することができることとなる。このため、上記ループ状放射電極を設けることによって、広帯域化と小型化を図りつつ、互いに異なる複数の周波数帯域での電波の送信あるいは受信が可能となり、マルチバンド化に対応することができる。

【0027】上記のように、この発明において特有な構成を備えることにより、広帯域化と小型化とマルチバンド化の全ての要望を満たすことが容易となる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

【0029】図1には第1実施形態例の通信機において特有な表面実装型アンテナ構造が抜き出されて模式的に示され、また、図2には第1実施形態例の通信機におけるアンテナの配置形態が模式的に示されている。

【0030】この第1実施形態例において特徴的なことは、図1に示すように表面実装型のアンテナ1の放射電極3が外回りのループ状の形態と成し、かつ、図2に示すように通信機の回路基板15の角領域に非グランド領域16（つまり、グランド電極17が形成されていない領域）が形成され、この非グランド領域16にアンテナ1が搭載されていることである。なお、通信機の構成には様々な構成があり、この第1実施形態例において特徴的な上記構成以外の構成は何れの構成をも採用してよく、ここでは、その説明は省略する。

【0031】すなわち、この第1実施形態例に示す表面実装型アンテナ構造は、図1に示すように、表面実装型のアンテナ1と、このアンテナ1が実装する通信機の回路基板（実装基板）15とを有して構成され、上記アンテナ1は、誘電体あるいは磁性体から成る直方体状の基体2と、該基体2に形成されるループ状放射電極3および給電電極4とを有して構成されている。

【0032】上記給電電極 4 は基体 2 の底面 2c から側面 2b に形成され、その側面 2b の横側端縁領域を通して上面 2a に向けて形成されている。上記ループ状放射電極 3 は、上記給電電極 4 から長方形の上面 2a の各辺の近傍領域を当該各辺に沿ってループ状に形成されており、このループ状放射電極 3 の開放端 3a は給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置され、該開放端 3a と給電端部側電極部位との間には容量が生じている。

【0033】なお、図 1 に示す例では、上記開放端 3a に間隔を介して対向する給電端部側電極部位には張り出し電極部 18 が形成されている。

【0034】この第 1 実施形態例では、前述のように、回路基板 15 には、図 2 に示すように、角領域に非グランド領域 16 が形成されており、この非グランド領域 16 に上記アンテナ 1 が基体 2 の底面 2c を実装底面として、例えば半田等の固定手段によって、実装される。この際、上記アンテナ 1 は、上記放射電極 3 の図 1 に示す部位 A（つまり、上記基体 2 の長方形の上面 2a の長辺 a に沿って形成されている部位）の長手方向と、回路基板 15 の長手方向とをほぼ一致させ、かつ、図 1 に示すような放射電極 3 を流れる電流  $I_m$  と、回路基板 15 のグランド電極 17 を流れる電流  $I_g$  とが強め合う条件を満たして、回路基板 15 の非グランド領域 16 に実装される。これにより、非グランド領域 16 の下部側に、スピーカー等の部品が配置されても、その部品の影響を少なくできる。また、この第 1 実施形態例では、上記アンテナ 1 は給電電極 4 を回路基板 15 の図 2 に示す上部端縁側にして配設されており、これにより、矢印  $\alpha$  の方向に強い指向性を持たせることができる。

【0035】上記のように、アンテナ 1 が回路基板 15 の非グランド領域 16 に実装されることによって、アンテナ 1 の給電電極 4 は、上記回路基板 15 に形成されている信号供給源 8 に信号接続される構成と成している。この信号供給源 8 から給電電極 4 に信号が供給されると、この信号は給電電極 4 から放射電極 3 に伝達され、その信号に応じて、放射電極 3 は基本モードと高次モードの各アンテナ動作を行う。なお、図 2 に示す符号 L1、L2 は、アンテナ 1 を信号供給源 8 に整合するために用いる整合回路用インダクタンスをそれぞれ表している。

【0036】この第 1 実施形態例によれば、アンテナ 1 を回路基板 15 の非グランド領域 16 に実装する構成としたので、アンテナ 1 の小型化および広帯域化を両方共に図ることが容易となる。つまり、アンテナ 1 が、仮に、回路基板 15 のグランド電極 17 上に実装されていると仮定した場合には、放射電極 3 とグランド電極 17 間の間隔が狭いために、該放射電極 3 とグランド電極 17 間の容量が周波数帯域幅に大きく関与して、当該周波数帯域幅が狭くなるという問題が発生する。これを回避するためには、基体 2 を厚くして上記放射電極 3 とグラ

ンド電極 17 間の間隔を広げ、これにより、その放射電極 3 とグランド電極 17 間の容量を小さくして、周波数帯域への上記放射電極 3 とグランド電極 17 間の容量の影響を小さくすることが考えられるが、上記のように基体 2 を厚くするので、アンテナ 1 が大型化してしまうという問題が発生する。このように、アンテナ 1 をグランド電極 17 上に実装する場合には、アンテナ 1 の小型化と広帯域化を両方共に向上させることは困難である。

【0037】これに対して、この第 1 実施形態例では、上記のように、アンテナ 1 は回路基板 15 の非グランド領域 16 に形成されるために、放射電極 3 とグランド電極 17 間の間隔が広がるので、放射電極 3 とグランド電極 17 間の容量が小さくなって周波数帯域幅に対して与える影響を小さく抑制することができることとなり、アンテナ 1 の小型化と広帯域化を両方共に向上させることが容易となる。

【0038】また、この第 1 実施形態例によれば、放射電極 3 はループ状と成し、その開放端 3a を給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置させ容量を形成する特有な形状と成しているため、基体 2 を大きくすることなく、放射電極 3 の経路長を長くすることができ、基本モードの共振周波数を下げることができる。その上、上記放射電極 3 の給電端部側電極部位は電流分布が多い領域であることから、その給電端部側電極部位と上記開放端 3a 間の容量は強く、この給電端部側電極部位と開放端 3a 間の容量を可変することによって、基本モードの共振周波数  $f_1$  を大きく変化させることなく、基本モードの共振周波数  $f_1$  と高次モードの共振周波数  $f_2$  との間隔  $\Delta f$  を大きく可変制御することができる。

【0039】このことは、本発明者の実験によって確認されている。その実験の結果が図 3 (a) ~ (c) に示されている。この実験の結果によって次に示すようなことが分かる。例えば、図 3 (a) に示すような周波数特性を持つように上記ループ状放射電極 3 が構成されている場合よりも、上記ループ状放射電極 3 の開放端 3a を給電端部側電極部位に近付けて、上記開放端 3a と給電端部側電極部位との間の容量を大きくした場合には、図 3 (b) に示されるように、ループ状放射電極 3 の基本モードの共振周波数  $f_1$  と高次モードの共振周波数  $f_2$  間の間隔  $\Delta f'$  は、上記図 3 (a) に示す状態 ( $\Delta f$ ) よりも狭くなる。

【0040】また、上記とは反対に、上記図 3 (a) に示す周波数特性を持つループ状放射電極 3 よりも、上記開放端 3a を給電端部側電極部位から遠ざけて、上記開放端 3a と給電端部側電極部位との間の容量を小さくした場合には、図 3 (c) に示されるように、そのループ状放射電極 3 の基本モードの共振周波数  $f_1$  と高次モードの共振周波数  $f_2$  間の間隔  $\Delta f''$  は、上記図 3 (a) に示す状態 ( $\Delta f$ ) よりも広くなる。

【0041】上記図 3 (a) ~ (c) に示されるよう

に、ループ状放射電極 3 の開放端 3 a と給電端部側電極部位との間の容量を変化することによって、放射電極 3 の基本モードの共振周波数  $f_1$  を大きく変化させることなく、高次モードの共振周波数  $f_2$  を大きく可変制御することができることとなる。換言すれば、上記放射電極 3 の開放端 3 a と給電端部側電極部位との間の容量の可変制御によって、高次モードの共振周波数  $f_2$  を基本モードの共振周波数  $f_1$  とほぼ独立させた状態で可変制御することが可能となる。

【0042】これにより、基本モードの共振周波数  $f_1$  と高次モードの共振周波数  $f_2$  が両方共に要求の周波数となるように設計することが容易となる。このために、ループ状放射電極 3 に基本モードと高次モードの各アンテナ動作を行わせて、要望される複数の周波数帯域での電波の送信あるいは受信を行わせることができる。従来例に示した図 16 に示す構成では、アンテナ 1 に複数の互いに異なる周波数帯域を持たせるために、基体 2 の上面に複数の放射電極 3 A、3 B を形成していた。これにより、基体 2 を大きく形成する必要があり、アンテナ 1 の小型化が難しかったが、この第 1 実施形態例の構成では、ループ状放射電極 3 を 1 つ形成するだけで、上記のように、そのループ状放射電極 3 の基本モードと高次モードの各アンテナ動作によって、複数の互いに異なる周波数帯域を持たせることができる。これにより、アンテナ 1 の大型化を抑制することができる。

【0043】上記のように、この第 1 実施形態例において特有な構成を備えることによって、広帯域化と小型化を図りつつ、マルチバンド化に対応することができるアンテナ 1 およびこのアンテナ 1 を備えた通信機を提供することが可能になるという画期的な効果を奏することができる。

【0044】なお、上記実験では、放射電極 3 の開放端 3 a と給電端部側電極部位間の間隔を変化することによって、その開放端 3 a と給電端部側電極部位間の容量を変化させているが、上記開放端 3 a の幅を可変することで、上記開放端 3 a と給電端部側電極部位間の容量を可変制御してもよいし、また、上記開放端 3 a と給電端部側電極部位間の間隔と、上記開放端 3 a の幅とを共に可変することで、開放端 3 a と給電端部側電極部位間の容量を可変制御してもよい。なお、この第 1 実施形態例では、上記開放端 3 a に間隔を介して対向する給電端部側電極部位に張り出し電極部 18 が形成されているので、その張り出し電極部 18 によって、上記開放端 3 a と給電端部側電極部位間の容量を強くすることができて、基本モードの共振周波数と高次モードの共振周波数を近づけることができる。

【0045】さらに、この第 1 実施形態例では、アンテナ 1 を回路基板 15 の角領域に実装し、しかも、ループ状放射電極 3 の図 1 に示す部位 A (つまり、開放端 3 a 側の領域に比べて電流分布が大きい電流分布大側領域)

の長手方向と、回路基板 15 のグラウンド電極 17 の長手方向とを一致させ、かつ、放射電極 3 の電流  $I_m$  と、グラウンド電極 17 を流れる電流  $I_g$  とが強め合うように、アンテナ 1 を上記回路基板 15 の角領域に実装していることから、上記グラウンド電極 17 がアンテナ 1 の指向性に大きく関与して、図 2 に示される矢印  $\alpha$  に示される向き (つまり、回路基板 15 の長手方向に直交する幅方向) の強い指向性をアンテナ 1 に持たせることが可能となる。

【0046】無指向性のアンテナでは、例えば、グラウンドと見なせる物体がアンテナに対して相対的に遠近移動すると、その物体の移動の影響を受けて、アンテナ特性が変化してしまうために、通信機のアンテナの信頼性を低下させてしまうという問題が発生する。これに対して、この第 1 実施形態例では、上記のように、アンテナ 1 に強い指向性を持たせることができるので、その強い指向性に起因して、グラウンドと見なせる物体の移動によるアンテナ特性の変化を抑制することができて、アンテナ 1 および該アンテナ 1 を備えた通信機のアンテナ特性の信頼性を高めることができる。

【0047】さらに、この第 1 実施形態例では、前記の如く、上記ループ状放射電極 3 の開放端 3 a と給電端部側電極部位との間の容量の可変制御によって、ループ状放射電極 3 の基本モードの共振周波数  $f_1$  を大きく変化させることなく、高次モードの共振周波数  $f_2$  を可変制御することができるので、例えば、上記高次モードの共振周波数  $f_2$  が設定の周波数よりも低い方向にずれている場合には、例えば、放射電極 3 の開放端 3 a をトリミングして該開放端 3 a と給電端部側電極部位間の容量を小さくして上記高次モードの共振周波数  $f_2$  を高めて設定の周波数に合わせることが可能である。このことから、高次モードの共振周波数  $f_2$  が設定の周波数よりも僅かに低くなるように予め形成しておき、上記のように、製造工程において、トリミング等によって共振周波数  $f_2$  の調整を行うようにすれば、製造精度の悪影響を殆ど受けずに、設定の高次モードの共振周波数  $f_2$  を持つアンテナ 1 を得ることができる。

【0048】また、この第 1 実施形態例では、上記放射電極 3 の開放端 3 a は基体 2 の上面 2 a に形成されているので、上記のようなトリミングによる共振周波数  $f_2$  の調整を行う場合には、その周波数調整の作業が容易となる。

【0049】以下に、第 2 実施形態例を説明する。

【0050】この第 2 実施形態例において特徴的なことは、図 4 に示すように、ループ状放射電極 3 における電流分布大側領域 A にミランダ電極部 20 を介設したことである。それ以外の構成は前記第 1 実施形態例とほぼ同様であり、この第 2 実施形態例の説明では、前記第 1 実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。



【0051】この第2実施形態例では、上記のように、ループ状放射電極3には電流分布大側領域Aにミアンダ電極部20が介設されており、このミアンダ電極部20によって、上記電流分布大側領域Aにインダクタンスを付与することができる。これにより、その電流分布大側領域Aでの電気長を長くすることができ、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数を下げることができる。上記のようなミアンダ電極部20を設けずに上記ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数を下げようとする場合には、ループ状放射電極3の経路長を長くす

るために、例えば基体2を大きくする必要があり、アンテナ1が大型化してしまうという問題が発生する。これに対して、この第2実施形態例に示すように、ループ状放射電極3にミアンダ電極部20を介設することによって、基体2を大きくすることなく、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数を下げることが可能となる。

【0052】特に、この第2実施形態例では、上記のように、上記ミアンダ電極部20をループ状放射電極3の電流分布大側領域Aに設けている。その電流分布大側領域の電気長の変化に対するループ状放射電極3の基本モードの共振周波数の変化は、他の領域の電気長を変化させる場合に比べて、大きいことから、この第2実施形態例に示す如く、ループ状放射電極3の電流分布大側領域Aに上記ミアンダ電極部20を設けることによって、ループ状放射電極3の共振周波数を効果的に低下させることができる。

【0053】なお、上記ミアンダ電極部20の電極幅や、迂曲の数や、ピッチ等は、要求される共振周波数等の様々な条件に応じて可変設定されるものであり、図4に示す形態に限定されるものではない。

【0054】以下に、第3実施形態例を説明する。この第3実施形態例において特徴的なことは、ループ状放射電極3を図5に示すような形態としたことである。それ以外の構成は前記各実施形態例とほぼ同様であり、この第3実施形態例の説明では、上記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0055】図5に示されるように、この第3実施形態例では、直方体状の基体2の側面2bに給電電極4が形成されており、ループ状放射電極3は上記給電電極4から基体2の上面2aに形成され、さらに、基体2の上面2aから側面2eと実装底面2cと側面2fを順に通って上面2aに戻るループ経路でもって形成されており、該ループ状放射電極3の開放端3aは給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置されている。

【0056】なお、図5に示される例では、ループ状放射電極3における開放端3a側の基体上面2aに形成されている電極部位の幅Hは他の領域よりも広幅と成している。このため、ループ状放射電極3が全長に渡って等幅である場合よりも、上記開放端3aと給電端部側電極

部位間の容量を大きくすることができる構成と成している。

【0057】この第3実施形態例によれば、ループ状放射電極3は図5に示すようなループ状の形態と成しているので、回路基板15の基板面に直交する方向に、グラウンドと見なす物体が回路基板15に対して相対的に遠近移動しても、その物体の移動によるアンテナ特性の変化を抑制することができる。

【0058】それというのは、ループ状放射電極3が図5に示すようなループ状の形態と成すことによって、つまり、ループ状放射電極3が回路基板15の基板面に直交する面に沿うようにループ状に形成された形態と成すことによって、そのループ状放射電極3に流れる電流に基づいた電界Eは図5に示すように回路基板15の基板面に対して垂直な向きとなる。グラウンドと見なす物体が上記電界Eの方向に回路基板15に対して相対的に遠近移動しても、この物体の移動に対する上記電界Eの変化は非常に小さくて済む。上記電界Eが変化すると、ループ状放射電極3の電流に変化が生じてアンテナ特性が変化してしまうが、この第3実施形態例では、上記のように、上記電界Eの方向に上記物体が回路基板15に対して相対的に遠近移動しても、電界Eの変化は殆ど無くてループ状放射電極3の電流分布は大きく変化せず、これにより、上記物体の移動に起因したアンテナ特性の変化を小さく抑制することができる。このため、上記物体移動に起因したアンテナ効率の劣化を防止することができる。

【0059】なお、この第3実施形態例において特徴的な構成と、前記第2実施形態例において特有な構成とを組み合わせる場合には、例えば、図5に示すループ状放射電極3において、基体2の実装底面2cに形成されている放射電極部位（電流分布大側領域）を前記第2実施形態例に示したようなミアンダ電極部とする。このような構成とすることによって、前記第2実施形態例に示したような効果（つまり、アンテナ1のより一層の小型化を図ることが可能であるという効果）と、この第3実施形態例に示したような効果（つまり、グラウンドと見なせる物体の遠近移動に起因したアンテナ特性の変化を抑制することができるという効果）とを両方共に奏することができる。

【0060】以下に、第4実施形態例を説明する。この第4実施形態例において特徴的なことは、図6や図7や図8に示すように、ループ状放射電極3に加えて、該ループ状放射電極3とは異なる放射電極22を基体2に設けたことである。それ以外の構成は前記各実施形態例とほぼ同様であり、この第4実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0061】図6に示す例では、ループ状放射電極3は前記第1実施形態例に示した形態を有し、基体2の上面



2 a に形成されており、上記放射電極 2 2 は、基体 2 の側面 2 b の給電電極 4 から側面 2 e を介して側面 2 d に形成されている。このように、上記放射電極 2 2 は基体 2 のループ状放射電極形成面 2 a とは異なる基体 2 の面 2 e, 2 d に形成されている。

【0062】図 7 に示す例では、ループ状放射電極 3 は前記第 3 実施形態例に示した形態を有している。上記放射電極 2 2 は上記ループ状放射電極 3 の開放端 3 a 側と間隔を介し平行にループ状放射電極 3 の給電端部から形成されており、この放射電極 2 2 の給電端部は上記ループ状放射電極 3 の給電端部を介して給電電極 4 に連続接続されている。

【0063】図 8 に示す例では、基体 2 には、前記第 1 実施形態例に示したものと同様のループ状放射電極 3 が形成されると共に、別の放射電極 2 2 が形成されており、この図 8 に示す放射電極 2 2 は、上記図 6 や図 7 の放射電極 2 2 とは異なり、その給電端部が給電電極 4 に連続接続されていない。この図 8 に示す例では、回路基板 1 5 には、給電電極 4 に連続接続する給電用配線パターン 2 5 が形成されると共に、上記放射電極 2 2 に連続接続するサブ給電用配線パターン 2 6 が上記給電用配線パターン 2 5 から分岐し位相回路（位相コントロール用チップ部品 2 8）を介して形成されており、上記ループ状放射電極 3 は給電電極 4 を介して、また、放射電極 2 2 は、サブ給電用配線パターン 2 6 を介して、それぞれ、共通の給電用配線パターン 2 5 に連続接続されている。なお、図 8 の符号 2 7 は整合用チップコイル部品を示し、また、符号 2 9 は位相コントロール用チップ部品を示している。

【0064】なお、図 8 に示すサブ給電用配線パターン 2 6 はインダクタンスを持ち、そのインダクタンスの大きさを可変することによって、放射電極 2 2 の共振周波数を可変調整することが可能である。また、サブ給電用配線パターン 2 6 に接続された位相回路（図 8 に示す例では、位相コントロール用チップ部品 2 8, 2 9）の定数を変えることにより、ループ状放射電極 3 と放射電極 2 2 の互いの影響を少なくできる。

【0065】この第 4 実施形態例によれば、ループ状放射電極 3 とは異なる放射電極 2 2 を基体 2 に設けたので、上記ループ状放射電極 3 における基本モードのアンテナ動作と高次モードのアンテナ動作に加えて、放射電極 2 2 によるアンテナ動作が行われることとなり、より多くの周波数帯域での電波の送信あるいは受信が可能となる。これにより、1 つのチップ状のアンテナ 1 を設けるだけで、3 つ以上の異なるアプリケーションに対応することが可能となり、よりマルチバンド化を促進させることができる。

【0066】また、図 6 や図 8 に示すように、ループ状放射電極 3 と放射電極 2 2 とをそれぞれ基体 2 の互いに異なる面に形成することによって、それらループ状放射

電極 3 と放射電極 2 2 の相互干渉を更に抑制することができる。このため、例えばループ状放射電極 3 と放射電極 2 2 間の相互干渉を防止するために、基体 2 を大きくしてループ状放射電極 3 と放射電極 2 2 の間隔を広げるというような手段を施す必要が無く、アンテナ 1 の小型化を図ることができる。

【0067】なお、上記ループ状放射電極 3 と放射電極 2 2 の各々の形態は、上記図 6 ~ 図 8 に図示の各例に限定されるものではなく、例えば、上記図 6 ~ 図 8 の各例に示したループ状放射電極 3 における電流分布大側領域に、前記第 2 実施形態例に示したものと同様のミアンダ電極部を設けてもよいものである。

【0068】以下に、第 5 実施形態例を説明する。この第 5 実施形態例において特徴的なことは、ループ状放射電極 3 の高次モードの共振周波数  $f_2$  をより一層可変制御し易くするための特有な構成を備えたことである。つまり、この第 5 実施形態例では、図 9 に示すように、アンテナ 1 の基体 2 にグラウンド電極 3 0 が形成されている。それ以外の構成は前記各実施形態例とほぼ同様であり、この第 5 実施形態例の説明では、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。なお、図 9 の符号 3 2 は整合用チップコイル部品を示している。

【0069】ところで、放射電極の開放端とグラウンドとの間に容量を形成し、この開放端とグラウンド間の容量を可変することによって、放射電極の共振周波数を可変制御することができる。また、前記各実施形態例に示したように、放射電極がループ状放射電極 3 と成している場合には、ループ状放射電極 3 における高次モードの電界最強部位は例えば図 9 の破線 B により囲まれている放射電極部位（つまり、図 9 に示す例では、基体 2 の上面 2 a の短辺 c に沿って形成されている放射電極部位）であり、高次モードにおけるループ状放射電極 3 の開放端は、見かけ上、上記電界最強部位 B となり、この高次モードにおけるループ状放射電極 3 の開放端は、基本モードにおけるループ状放射電極 3 の開放端 3 a とは異なる位置となる。

【0070】このことに本発明者は着目し、上記高次モードにおけるループ状放射電極 3 の開放端とグラウンドとの間に容量を形成し、この容量を可変することによって、ループ状放射電極 3 の基本モードの共振周波数  $f_1$  を殆ど変化させずに、高次モードの共振周波数  $f_2$  を可変制御することができる構成を考え出した。

【0071】すなわち、この第 5 実施形態例では、ループ状放射電極 3 における高次モードの電界最強部位（高次モードの開放端）との間に容量を形成することができるグラウンド電極 3 0 が基体 2 に形成されている。

【0072】具体的には、例えば、図 9 に示す例では、上記グラウンド電極 3 0 は、基体 2 の側面 2 f と、側面 2 b の底面側右角部との 2 箇所に配設されている。また、

この図9に示す例では、基体2の側面2bの底面側中央部にも、つまり、上記ループ状放射電極3における高次モードの電界最強部位Bの近傍領域との間に容量を形成することができる位置にも、上記グラウンド電極30が配設されている。

【0073】換言すれば、この図9に示す例では、ループ状放射電極3における上記高次モードの電界最強部位Bを含む図9の鎖線Zにより囲まれている電界最強側領域との間に容量が形成されるように上記グラウンド電極30が形成されている。

【0074】回路基板15には、グラウンド電極17と上記グラウンド電極30を連通接続させるためのグラウンド配線パターン33が形成されており、上記グラウンド電極30は上記グラウンド配線パターン33を介してグラウンド電極17に導通接続し、グラウンドに接地される。このため、このグラウンド電極30により、上記ループ状放射電極3における高次モードの電界最強側領域Zはグラウンドとの間に容量が形成される構成と成す。

【0075】ところで、この第5実施形態例では、グラウンド電極30を半田を介してグラウンド配線パターン33に導通接続させる構成と成しており、上記半田によって基体2を回路基板15に固定させることができる。つまり、上記グラウンド電極30は、前記の如く、ループ状放射電極3における高次モードの電界最強側領域Zとグラウンドとの間に容量を形成するという機能だけでなく、基体2を半田により回路基板15に固定させるための固定用の電極としても機能するものである。

【0076】上記のように、グラウンド電極30とグラウンド配線パターン33間の半田によって基体2を回路基板15に固定させることができるが、この第5実施形態例では、上記アンテナ1の基体2をより強固に回路基板15に固定させるために、例えば、図9に示すように、半田固定専用の電極である固定用電極31を設けている。この固定用電極31は、回路基板15のグラウンド電極17や、基体2上のループ状放射電極3等の他の導体部と接続されていない電極である。

【0077】図9に示す例では、上記固定用電極31は複数箇所に配設され、それら固定用電極31は何れも上記基体2における前記固定用電極31の形成面とは異なる面（つまり、側面2dの左右の底面側角部の2箇所）に設けられている。

【0078】上記のように、固定用電極31を設けて、該固定用電極31と前記グラウンド電極30を利用して、基体2を半田により回路基板15に固定することによって、例えば通信機の落下等に起因して通信機に衝撃が加えられたときに、回路基板15からアンテナ1が剥がれ落ちるといった事態発生をより確実に抑制することができることとなり、通信機の耐久性の信頼を高めることができる。

【0079】この第5実施形態例によれば、ループ状

射電極3における高次モードの電界最強側領域Zとグラウンドとの間に容量を持たせるためのグラウンド電極30を設ける構成とした。このため、上記ループ状放射電極3における高次モードの電界最強側領域（つまり、高次モードの開放端側）と上記グラウンド電極30（つまり、グラウンド）との間の容量を大きくする方向に可変することによって、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数f1を殆ど変化させずに、高次モードの共振周波数f2を下げる方向に可変制御することができる。また、反対に、上記ループ状放射電極3の高次モードの電界最強側領域とグラウンド電極30との間の容量を小さくする方向に可変することによって、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数f1を殆ど変化させずに、高次モードの共振周波数f2を高くする方向に可変制御することができる。

10

20

30

40

50

【0080】このように、上記グラウンド電極30を設け、上記ループ状放射電極3の高次モードの電界最強側領域とそのグラウンド電極30との間の容量を可変することによって、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数f1を殆ど変化させずに、高次モードの共振周波数f2を可変制御することができることとなり、ループ状放射電極3の基本モードと高次モードの各共振周波数f1、f2が要求の周波数となるように設計することがより一層容易にできることとなる。

【0081】なお、図9に示す例では、ループ状放射電極3は前記第1実施形態例に示した形態であったが、上記ループ状放射電極3が前記第2実施形態例に示した図4のような形態である場合にも、グラウンド電極30を基体2の上記同様な位置に設けることによって、上記同様な効果を奏することができる。

【0082】また、ループ状放射電極3が前記第3実施形態例に示した図5のような形態である場合には、ループ状放射電極3における高次モードの電界最強側領域（高次モードの開放端側）は図5の破線Zによって囲まれる電極部位であることから、この電界最強側領域Zとの間に容量を形成することができる位置に、上記グラウンド電極30を配設することによって、上記同様の効果を奏することができる。

【0083】さらに、前記第4実施形態例に示したように、基体2にループ状放射電極3が形成されると共に、別の放射電極22が形成される場合にも、上記同様に、上記ループ状放射電極3における高次モードの電界最強側領域との間に容量を形成することができる位置に、上記グラウンド電極30を配設することによって、上記同様の効果を奏することができる。

【0084】以下に、第6実施形態例を説明する。この第6実施形態例において特徴的なことは、図10に示すように、回路基板15に形成された給電用配線パターン25にインダクタ部であるチップコイル部品34、35が接続されていることである。それ以外の構成は前記各

実施形態例と同様であり、この第6実施形態例の説明において、前記各実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その共通部分の重複説明は省略する。

【0085】この第6実施形態例では、図10に示すように、回路基板15には給電電極4と信号供給源8を導通接続させるための給電用配線パターン25が形成されており、この給電用配線パターン25には間隙による分断部25aが形成されている。この分断部25の両端の給電用配線パターン部位は上記チップコイル部品34によって導通接続されている。また、上記給電用配線パターン25には上記チップコイル部品34の搭載位置よりも先端側の部位にチップコイル部品35の一端側が接続され、このチップコイル部品35の他端側はグラウンド電極17に導通接続されている。

【0086】この第6実施形態例によれば、給電用配線パターン25にチップコイル部品34、35を接続したので、それらチップコイル部品34、35によって上記給電用配線パターン25にインダクタンスを付与することができ、該給電用配線パターン25の電気長を長くすることができる。給電用配線パターン25を通電する電流量はループ状放射電極3の通電電流量に比べて多く、この電流量が大である給電用配線パターン25にインダクタンスを付与して電気長を長くすることによって、基体2の大きさを変化させずに、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数 $f_1$ を効果的に下げることができる。このことにより、アンテナ1の小型化を図ることが容易となる。

【0087】また、上記チップコイル部品34、35によって上記給電用配線パターン25に付与するインダクタンスの大きさを簡単に可変することができ、そのように給電用配線パターン25に付与するインダクタンスの大きさを可変することにより、ループ状放射電極3の基本モードの共振周波数 $f_1$ を可変制御することができることから、基本モードの共振周波数 $f_1$ を設定の周波数とすることが容易となる。

【0088】なお、図10に示す例では、基体2は誘電体により構成され、該基体2には、前記第5実施形態例に示したようなグラウンド電極30や固定用電極31が形成されると共に、空孔36、37が形成されている。このように、基体2に空孔36、37を形成することによって、基体2の実効誘電率が下がって、アンテナ特性の向上を図ることができる。

【0089】なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を採り得る。例えば、アンテナ1の基体2を図11(a)、(b)に示すように積層体により構成してもよい。なお、図11(b)は図11(a)に示す基体2を分解状態により示した図である。また、図11に示す例では、基体2は2枚のシート部40、41の積層体であったが、2枚以上のシート部を積層一体化させて基体2を構成してもよ

い。

【0090】また、上記各実施形態例では、ループ状放射電極3は全長に渡って基体2の表面に形成されていたが、上記のように基体2が積層体により構成されている場合には、例えば図11(a)、(b)に示されるように、ループ状放射電極3の一部分が基体2の内部に形成される構成としてもよい。また、ループ状放射電極3を全長に渡って基体2の内部に形成してもよい。そのように、ループ状放射電極3の一部分あるいは全部を基体2の内部に形成する場合にも、該ループ状放射電極3の開放端3aが給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置して容量を形成するように構成することによって、上記各実施形態例に示したと同様の効果を奏することができる。

【0091】さらに、上記各実施形態例に示した構成に加えて、図12に示すように、ループ状放射電極3の給電端部側電極部位から開放端3aに向けて突起放射電極部44を形成してもよい。この突起放射電極部44は給電電極4から供給される信号に応じて共振することが可能に構成されており、この突起放射電極部44の伸長先端が上記開放端3aと間隔を介して対向配置して容量を生じさせている。

【0092】このように、ループ状放射電極3の給電端部側電極部位に突起放射電極部44を設けることによって、ループ状放射電極3は、その突起放射電極部44が無い場合には見られなかった共振モードを持つこととなり、より多くの周波数帯域を備えることが可能となる。しかも、上記各実施形態例に示したと同様に、ループ状放射電極3の開放端3aと突起放射電極部44間の容量を可変することによって、ループ状放射電極3における基本モードの共振周波数 $f_1$ を大きく変化させずに、その共振周波数 $f_1$ と高次モードの共振周波数 $f_2$ 間の間隔を変化させることができるので、共振周波数 $f_2$ の可変制御が容易となる。

【0093】さらに、上記各実施形態例では、ループ状放射電極3の開放端3aは基体2の上面2aに配置されていたが、例えば、その開放端3aの配置位置は、基体2の上面2aに限定されるものではなく、給電電極4の配置位置や、ループ状放射電極3のループの引き回し経路に応じて、例えば、基体2の側面や底面に配置してもよい。

【0094】さらに、図1、図4、図6、図8、図9、図10に示す例では、ループ状放射電極3の給電端部側電極部位には開放端3aと間隔を介して対向する張り出し電極部18が形成されていたが、この張り出し電極部18は必ずしも形成しなければならないものではなく、この張り出し電極部18は設けなくともよい。

【0095】さらに、上記各実施形態例では、基体2は直方体状であったが、例えば、基体2は直方体状以外の例えば円柱状であってもよい。

【0096】さらに、上記第4実施形態例に示した図6あるいは図7のループ状放射電極を含む複数の放射電極の構成と、図8に示したループ状放射電極を含む複数の放射電極の構成とを組み合わせてもよい。さらに、上記第4実施形態例に示した図6～図8の各々の例では、基体2にはループ状放射電極3とは異なる放射電極が1つ設けられていたが、ループ状放射電極3とは異なる放射電極を複数設けてもよい。例えば、その具体例が図13(a)、(b)にそれぞれ示されている。図13(a)に示す例では、ループ状放射電極3とは異なる放射電極22、44が形成されており、これら放射電極22、44はループ状放射電極3と共に共通の給電電極4に連通接続されている。

【0097】また、図13(b)に示す例では、上記図13(a)に示す例と同様にループ状放射電極3とは異なる放射電極22、44が形成されているが、それら放射電極22、44は、上記図13(a)に示す例とは異なって給電電極4に連通接続されておらず、それぞれ、回路基板15に形成されたサブ給電用配線パターン26(26a、26b)を介して、回路基板15の給電用配線パターン25に連通接続されている。なお、もちろん、ループ状放射電極3とは異なる放射電極を3つ以上形成してもよい。また、図13(b)の符号45は整合用チップコイル部品を示している。

【0098】さらに、上記各実施形態例では、ループ状放射電極3は1つだけ設けられていたが、図14に示すように、メインのループ状放射電極3を設けると共に、サブのループ状放射電極3'を少なくとも1つ設ける構成としてもよい。このように、メインのループ状放射電極3とサブのループ状放射電極3'を設ける場合には、それら各ループ状放射電極3、3'の給電端部をそれぞれ共通に給電電極4に連通接続させる構成としてもよいし、回路基板15に図8に示すような給電用配線パターン25とサブ給電用配線パターン26を形成して、メインのループ状放射電極3は給電電極4を介して給電用配線パターン25に連通接続され、サブのループ状放射電極3'はサブ給電用配線パターン26を介して上記給電用配線パターン25に連通接続する構成としてもよい。

【0099】このように、ループ状放射電極を複数配設することによって、各ループ状放射電極の基本モードと高次モードを両方共に利用することが可能となり、より多くの周波数帯域での電波の送信あるいは受信が可能となる。

【0100】さらに、上記第2実施形態例では、ミアンダ電極部20がループ状放射電極3の電流分布大側領域Aに介設されていたが、例えば、その応用例として、そのループ状放射電極3の電流分布大側領域Aの一部分を局部的に細くして該電流分布大側領域Aにインダクタンスを付与する構成のインダクタ電極部を設けてもよい。

【0101】さらに、上記第5実施形態例では、グラン

ド電極30は3箇所に配設されていたが、グラウンド電極30の配設数は数に限定されるものではない。

【0102】さらに、上記第6実施形態例では、チップコイル部品を利用して、給電用配線パターン25にインダクタンスを付与する構成と成していたが、例えば、上記チップコイル部品に代えて、ミアンダパターン(インダクタ部)を利用して、給電用配線パターン25にインダクタンスを付与する構成としてもよい。また、チップコイル部品とミアンダパターンを組み合わせ、給電用配線パターン25にインダクタンスを付与する構成としてもよい。

【0103】さらに、上記第6実施形態例では、給電用配線パターン25にインダクタンスを付与するインダクタ部が設けられていたが、例えば、サブ給電用配線パターン26が形成される場合には、このサブ給電用配線パターン26にも上記同様のインダクタ部を介設してもよい。

【0104】

【発明の効果】この発明によれば、アンテナを実装基板の非グラウンド領域に実装する構成としたので、アンテナの放射電極は実装基板のグラウンドから離れて配置されることとなり、これにより、放射電極とグラウンド間の容量が小さくなって、基体を大きくすることなく、周波数帯域の広帯域化を図ることができることとなり、周波数帯域の広帯域化とアンテナの小型化を共に向上させることが容易となる。

【0105】しかも、この発明では、放射電極は開放端が給電端部側電極部位に間隔を介して対向配置されるループ状放射電極と成していることから、上記開放端と給電端部側電極部位間に容量が生じ、該容量を可変することによって、ループ状放射電極の基本モードの共振周波数を大きく変化させずに、その基本モードの共振周波数と高次モードの共振周波数との間の間隔を容易に可変制御することができる。つまり、高次モードの共振周波数の可変制御をほぼ基本モードと独立させた状態で行うことが可能となる。これにより、基本モードと高次モードの各共振周波数がそれぞれ要求の周波数となるように設計することが容易となるため、ループ状放射電極における基本モードと高次モードの両方の共振モードを利用した電波の送信あるいは受信が可能となる。

【0106】この結果、1つのループ状放射電極を設けるだけで、マルチバンド化に対応することができることとなり、上記効果と相俟って、周波数帯域の広帯域化とアンテナの小型化とマルチバンド化の全ての要求を満たすことが可能な表面実装型アンテナ構造を提供することができる。

【0107】また、この発明において特有な構成を持つ表面実装型アンテナ構造を備えた通信機にあっては、周波数帯域が広く、しかも、小型で、複数の周波数帯域を持つ通信機を提供することができる。

【0108】ループ状放射電極の電流分布大側領域にインダクタンスを付与するミアンダ電極部が介設されているものにあつては、ミアンダ電極部によって上記ループ状放射電極の電流分布大側領域にインダクタンスが付与されるので、その電流分布大側領域の電気長が長くなり、これにより、アンテナの基体を大きくすることができ、ループ状放射電極の共振周波数を下げることができる。このため、アンテナのより一層の小型化を図ることができる。

【0109】ループ状放射電極が基体の上面から側面と実装底面と側面を順に通って上面に戻るループ経路でもって形成されている発明にあつては、グラウンドと見なせる物体が、例えば、実装基板のアンテナ実装面に直交する方向にアンテナに対して相対的に遠近移動しても、上記ループ状放射電極は、その物体の移動による悪影響を殆ど受けずに、アンテナ動作を安定的に行うことができる。このことから、上記物体の移動に起因したアンテナ特性の変化をほぼ抑制できる。これにより、アンテナ特性の信頼性を向上させることができる。

【0110】ループ状放射電極を含む複数の放射電極がそれら各給電端部を共通の給電電極に連通接続させて設けられているものや、実装基板には給電用配線パターンとサブ給電用配線パターンが形成されており、アンテナの基体には上記給電用配線パターンに連通接続する放射電極と、上記サブ給電用配線パターンに連通接続する放射電極とが形成されているものにあつては、ループ状放射電極を含む複数の放射電極が形成されているので、より多くの周波数帯域での電波の送信あるいは受信が可能となり、1つのチップ状のアンテナを設けるだけで、3つ以上のアプリケーションに対応することが可能となり、マルチバンド化をさらに促進させることができる。

【0111】グラウンド電極が設けられており、このグラウンド電極によって、ループ状放射電極における高次モードの電界最強側領域とグラウンドとの間に容量を持たせることが可能な構成を備えたものにあつては、そのループ状放射電極における高次モードの電界最強側領域とグラウンド間の容量を可変することによって、基本モードの共振周波数を殆ど変化させずに、高次モードの共振周波数を可変制御することが可能である。このため、このループ状放射電極における高次モードの電界最強側領域とグラウンド間の容量の可変制御と、前記したようなループ状放射電極の開放端と給電端部側電極部位との間の容量の可変制御とを両方共に利用することによって、より高次モードの共振周波数の可変制御が容易となって、基本モードと高次モードの各共振周波数をそれぞれ要求の周波数に精度良く設定することが可能となる。これにより、アンテナ特性の信頼性をより高めることができる。

【0112】基体に半田固定専用の電極が形成されているものにあつては、アンテナの基体を強固に実装基板に固定することができ、耐久性の信頼性を高めることが

できる。

【0113】実装基板の給電用配線パターンにインダクタンスを付与するインダクタ部が設けられているものにあつては、基体を大きくして上記給電用配線パターンに連通接続されている放射電極の経路長を長くすることなく、上記給電用配線パターンにインダクタンスを付与することによって、上記給電用配線パターンに連通接続する放射電極の基本モードの共振周波数を下げることができる。このため、アンテナのより小型化を図ることができる。

【0114】ループ状放射電極を含む複数の放射電極がそれぞれ互いに基体の形成面を異にして配設されている構成を備えたものにあつては、基体を大きくして各放射電極間の間隔を広げることなく、各放射電極間の相互干渉を抑制することができるので、アンテナの小型化を図ることができる。

【0115】アンテナが、通信機の回路基板の角領域に、放射電極を流れる電流と回路基板のグラウンド領域を流れる電流とが強め合う条件を満たして配設されている通信機にあつては、上記グラウンド領域を流れる電流が大きくアンテナの指向性に關与して、アンテナに強い指向性を持たせることができる。このため、例えば、グラウンドと見なせる物体がアンテナに対して相対的に遠近移動した際のアンテナ特性の変化を小さく抑制することが可能となり、アンテナ特性の信頼性を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態例において特徴的な表面実装型アンテナ構造を模式的に示したモデル図である。

【図2】第1実施形態例において特徴的なアンテナの実装形態例を模式的に示した説明図である。

【図3】ループ状放射電極の開放端と給電端部側電極部位との間の容量の変化によるループ状放射電極の周波数特性の変化を示すグラフである。

【図4】第2実施形態例において特徴的なアンテナを抜き出して模式的に示したモデル図である。

【図5】第3実施形態例において特徴的な表面実装型アンテナ構造を模式的に示したモデル図である。

【図6】第4実施形態例において特徴的なアンテナの構成の一例を模式的に示したモデル図である。

【図7】第4実施形態例において特徴的なアンテナのその他の構成例を模式的に示したモデル図である。

【図8】さらに、第4実施形態例において特徴的なアンテナのその他の構成例を模式的に示したモデル図である。

【図9】第5実施形態例において特徴的な表面実装型アンテナ構造を模式的に示した説明図である。

【図10】第6実施形態例において特徴的な表面実装型アンテナ構造を模式的に示した説明図である。

【図11】基体のその他の形態およびループ状放射電極

のその他の形態例を説明するための図である。

【図 12】さらに、ループ状放射電極のその他の形態例を示したモデル図である。

【図 13】ループ状放射電極とは異なる放射電極を複数設けた場合の形態例を示すモデル図である。

【図 14】ループ状放射電極を複数設けた場合の形態例を示すモデル図である。

【図 15】表面実装型アンテナの従来例を示す説明図である。

【図 16】さらに、表面実装型アンテナの従来例を示す説明図である。

【符号の説明】

1 アンテナ

2 基体

3 ループ状放射電極

4 給電電極

15 回路基板

16 非グランド領域

17 グランド電極

20 ミアング状電極部

22, 44 放射電極

25 給電用配線パターン

26 サブ給電用配線パターン

30 グランド電極

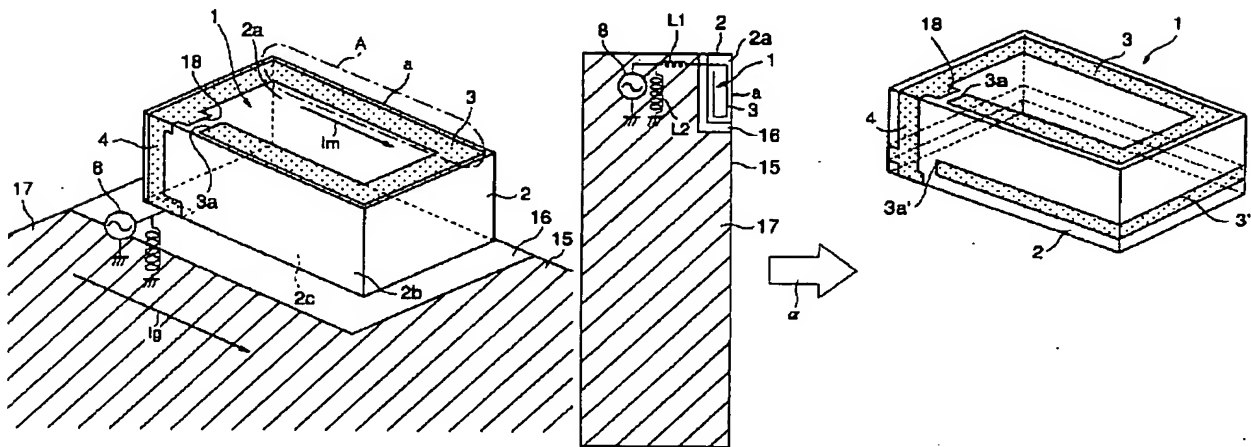
31 固定用電極

34, 35 チップコイル部品

【図 1】

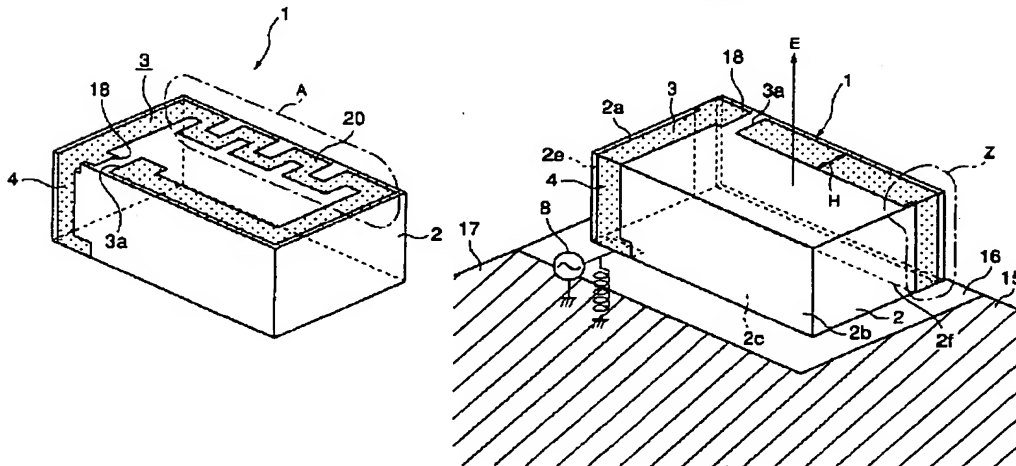
【図 2】

【図 14】

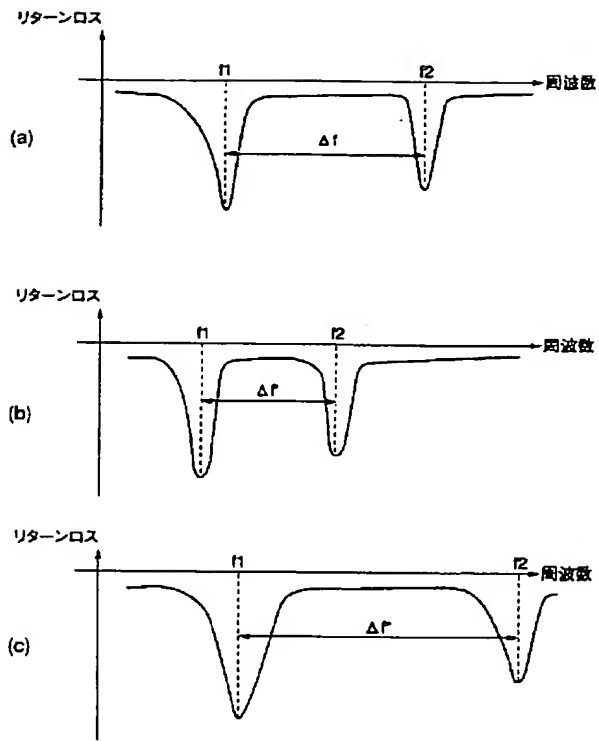


【図 4】

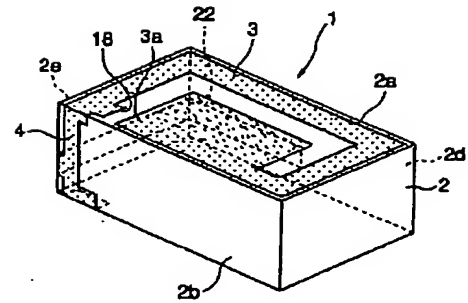
【図 5】



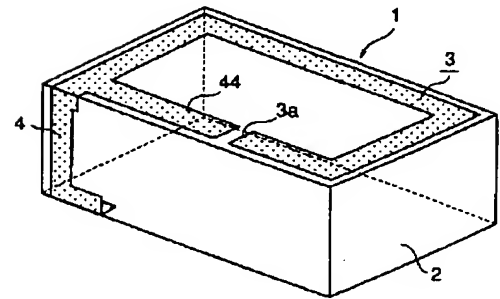
【図 3】



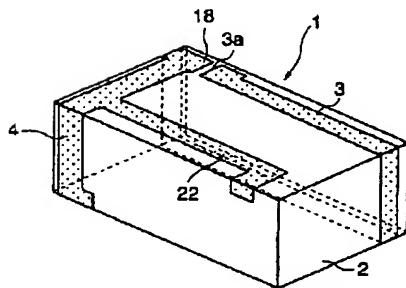
【図 6】



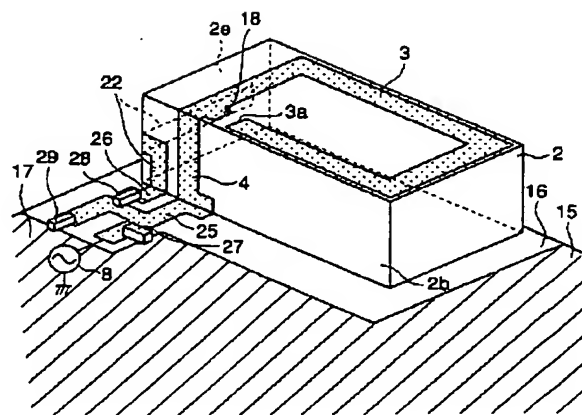
【図 12】



【図 7】

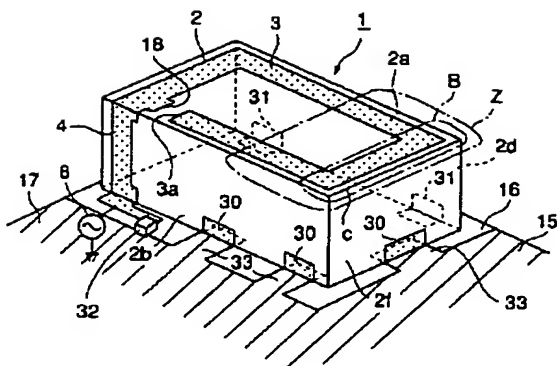


【図 8】

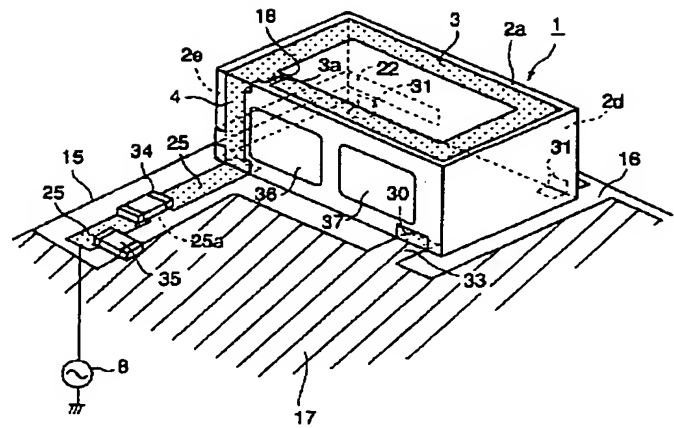




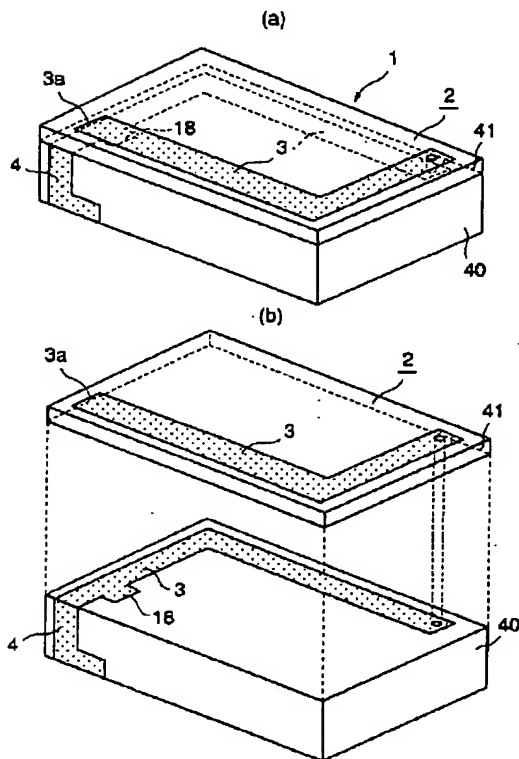
【図 9】



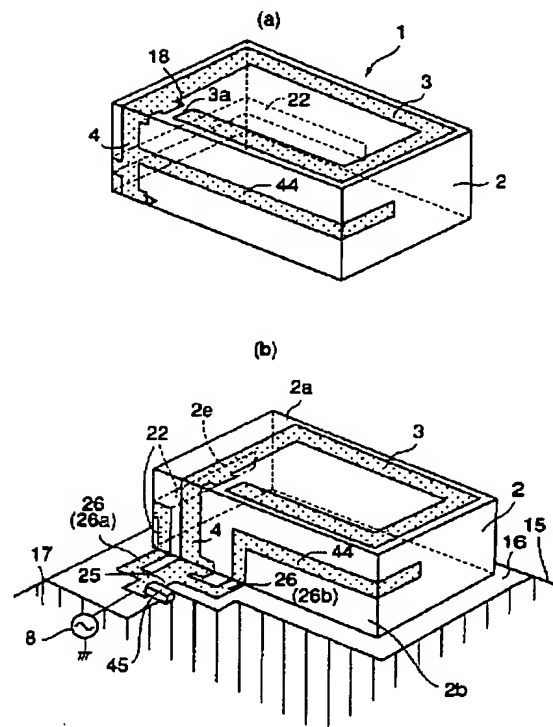
【図 10】



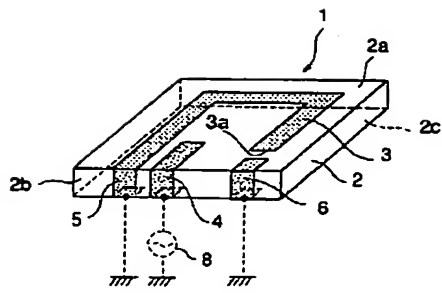
【図 11】



【図 13】



【図 15】



【図 16】

